

**“MODELAMIENTO DINÁMICO DEL PROCESO DE DESARROLLO DE  
PRODUCTOS PARA UNA CADENA DE SUMINISTRO DE FRUTAS DE LAZO  
CERRADO”**

**MARÍA ALEJANDRA MARTÍNEZ VARGAS**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE MERCADOS  
BOGOTÁ D.C. - COLOMBIA  
AÑO 2016**

**“MODELAMIENTO DINÁMICO DEL PROCESO DE DESARROLLO DE  
PRODUCTOS PARA UNA CADENA DE SUMINISTRO DE FRUTAS DE LAZO  
CERRADO”**

**MARÍA ALEJANDRA MARTÍNEZ VARGAS**

**TRABAJO DE GRADO  
Previo a la obtención del título de:  
INGENIERA DE MERCADO**

**Director Temático  
MILTON MAURICIO HERRERA RAMÍREZ**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA DE MERCADOS  
BOGOTÁ D.C. - COLOMBIA  
AÑO 2016**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma de presidente de Jurado**

---

**Firma de Jurado**

---

**Firma de Jurado**

**Bogotá, D.C., Enero de 2.016**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de grado se lo dedico a mi abuela y a mi tía, ellas han sido el apoyo más grande que he tenido para desarrollar este trabajo y poder lograr mi título de pregrado.

También a los profesores que estuvieron presentes a lo largo de mi carrera; con sus conocimientos y experiencia me han dado las herramientas para poder convertirme en una Ingeniera de Mercados y empezar una nueva etapa en mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia especialmente a mi abuela quien ha sido mi apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, a mis compañeros y profesores quienes me han apoyado y ayudado a lograr no solo este trabajo sino una meta más en mi vida

## TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS .....	7
GLOSARIO .....	8
RESUMEN .....	9
ANTECEDENTES DEL PROYECTO .....	10
INTRODUCCIÓN .....	11
CAPITULO I – ANTECEDENTES .....	12
1.1    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	12
1.2.    OBJETIVOS .....	13
1.2.1    Objetivo General .....	13
1.2.2    Objetivos Específicos .....	13
CAPITULO II – CONTEXTO DEL MODELO .....	14
2.1    DINÁMICA DE SISTEMAS .....	14
2.2    MANEJO DE RESIDUOS .....	15
2.3    DISEÑO DE PRODUCTOS .....	16
2.4.    APLICACIONES DE LAZO CERRADO EN CADENAS DE SUMINISTROS .....	18
2.4.1    Dinámica De Sistemas En Cadenas De Suministro De Lazo Cerrado .....	19
2.5    MANEJO DE RESIDUOS EN LA AGRICULTURA .....	22
2.6    PRODUCTOS SOSTENIBLES .....	25
2.7    EL MANGO A NIVEL MUNDIAL .....	26
2.8    EL MANGO EN COLOMBIA .....	31
CAPITULO III – METODOLOGIA .....	34
3.1    MODELO CAUSAL .....	34
3.2    MODELO FORRESTER .....	35
3.3    RESULTADOS .....	38
3.4    CONCLUSIONES .....	41
BIBLIOGRAFÍA .....	44
ANEXOS .....	49

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Autores más citados de Dinámica de Sistemas en Sostenibilidad .....	21
Figura 2: Citaciones realizadas en cadenas de suministro Periodo 2010-2014.....	21
Figura 3: Materiales considerados residuos orgánicos .....	22
Figura 4: Esquema manejo integral de residuos .....	23
Figura 5: Producción mundial mango por continente .....	27
Figura 6: Producción mundial mango por países .....	28
Figura 7: Exportación mundial de mango por continente .....	28
Figura 8: Exportación mundial de mango por países .....	29
Figura 9: Importación mundial de mango por continente .....	29
Figura 10: Importación mundial de mango por países .....	30
Figura 11: Producción y principales departamentos productores de mango 2013 .....	32
Figura 12: Modelo causal en bucle cerrado.....	343
Figura 13: Modelo principal cadena de suministro del Mango en Lazo Cerrado.....	34
Figura 14: Gráfica de Resultados Escenario 1.....	37
Figura 15: Gráfica de Resultados Escenario 2.....	38
Figura 16: Gráfica de Resultados Escenario 3.....	39

## GLOSARIO

**SOSTENIBILIDAD:** Es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. (Luffiego G. & Rabadán V., 2000)

**CADENA DE SUMINISTROS:** Es un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventarios, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor. (Ballou, 2004); Serie de entidades conectadas por medio de la relación comprador-vendedor, que se inicia con las materias primas básicas que son extraídas de la tierra o cosechadas hasta llegar al producto terminado en las manos del consumidor final. (Young & Esqueda, 2005)

**LAZO CERRADO:** Se puede considerar como una alteración o variación de la cadena de suministro tradicional donde se busca reintegrar los residuos dentro del proceso productivo de la misma cadena o dentro de una nueva cadena de valor.

**SISTEMA:** Conjunto de elementos o individuos que forman un todo organizado, que interactúan entre sí y tienen conducta coherente. (BVSDE: Colombia)

**SISTEMA DINÁMICO:** Descripción del comportamiento de un sistema. (Aracil & Gordillo, 1997)

**DINÁMICA DE SISTEMAS:** Método para transcribir la descripción elemental de un sistema en un sistema dinámico. (Aracil & Gordillo, 1997)

**MANGO:** Fruto perteneciente al grupo de las Anacardiáceas, cultivado y producido principalmente por países en desarrollo. (Saúco, 2009)

**DISEÑO:** Se define como el bosquejo de una idea u objeto con el fin de ejecutarlo en un periodo de tiempo. (Española)

**PRODUCTO:** Un conjunto de atributos tangibles e intangibles que abarcan empaque, color, precio, calidad y marca, más los servicios y la reputación del vendedor; el producto puede ser un bien, un servicio, un lugar, una persona o una idea. (Stanton, Etzel, & Walker, Fundamentos de Marketing, 2004)



## RESUMEN

Uno de los sectores económicos más representativos para Colombia es el agrícola el cual cuenta con suelos disponibles y suficientes para tener un considerable crecimiento económico con respecto a otros países que no cuentan con estas condiciones geográficas y climáticas. En este estudio se muestra el efecto de integración de los residuos generados por productores de mango y fabricantes de jugos o mermeladas en la cadena de valor. El uso de residuos para el desarrollo de productos sostenibles en la cadena de abastecimiento requiere de un análisis que permita identificar los beneficios económicos y productivos.

Se realizó un modelo bajo la metodología de simulación con dinámica de sistemas que muestra el comportamiento de productos sostenibles en una cadena de suministros de lazo cerrado de procesamiento de frutas (Mango). Se analizan los efectos e implicaciones de la cadena de abastecimiento en lazo cerrado agrícola.

***Palabras Clave***— *Diseño de Productos, Sector Agrícola, Dinámica de Sistemas, Cadena de Suministro Lazo Cerrado.*

## ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Este proyecto tuvo sus primeros avances en el año 2014, abordando la problemática sobre como la contaminación y los cambios climáticos afectan la producción en los cultivos de mora, lulo y piña para los productores de fruta y como una planta procesadora con cuarto frio capaz de almacenar el fruto extra, que permita contrarrestar la crisis o falta de producto para satisfacer la demanda, el proyecto surge como trabajo final en la asignatura Dinámica de Sistemas, electiva del Programa Ingeniería de Mercados, al finalizar el corte el profesor Milton Mauricio Herrera dio la oportunidad a 4 estudiantes de participar en el XII Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas en la Universidad Jorge Tadeo Lozano como ponentes, la primer ponencia titulada *"Análisis de Tecnología de Empaques en la Cadena de suministros de Frutas desde el enfoque de Dinámica de Sistemas"* esta experiencia dio paso a formar parte como investigadora del Semillero SISTEMA del grupo de investigación denominado "Innovación y Gestión" - IG, este evento dio paso a la participación en la XII Conferencia Latinoamericana de Dinámica de Sistemas que tuvo lugar en Alajuela, Costa Rica donde el trabajo tuvo un avance al estudiar una cadena de suministro sostenible *"Análisis de tecnología en línea de empaque y embalaje como medio para una cadena de suministros sostenible desde un enfoque de dinámica de sistemas"*, luego de las dos ponencias se buscó abarcar un tema novedoso y atractivo en el contexto actual facilitando que con los primeros avances a partir de este tema se construyera un artículo que se presentó como ponencia en el año 2015 XIII Congreso Latinoamericano y Encuentro colombiano de Dinámica de Sistemas en Cartagena. El trabajo fue titulado *"Modelamiento Dinámico Del Proceso De Desarrollo De Productos Para Una Cadena De Suministro De Mango De Lazo Cerrado"* y tuvo la oportunidad de aparecer en la II Feria de Semilleros Inter-Universitaria "Herramientas para la investigación como pilar de formación" en la ciudad de Bogotá, allí, como líder de semillero tuve la oportunidad de participar como expositora y compartir mi experiencia durante la apertura del evento, igualmente participe en el semillero de Logística y Empacotecnia dentro del cual pude trabajar con los miembros de Aspromancol (Asociación de Productores de Mango de Mesitas del Colegio), a través de los talleres de capacitación y desarrollo de modelos de negocios dentro del marco del Macro proyecto de Mesitas del Colegio del Programa Ingeniería de Mercados a cargo de la profesora Celina Forero.

Todas estas experiencias se ven reflejadas en el desarrollo de este estudio y en los anexos del mismo.

## INTRODUCCIÓN

La economía en Colombia esta soportada en gran medida por el sector de agricultura, sin embargo, los campesinos o productores pequeños se han visto opacados y afectados por las grandes compañías procesadoras quienes compran sus productos a un bajo precio por lo que generan pérdidas para el productor y una desventaja competitiva en el mercado al no poder llevar sus productos directamente al consumidor final. Esto ha hecho que los pequeños productores generen asociaciones para soportar los costos de transporte, automatización de procesos para crecer en el mercado como unidades de negocio atractivas y de mayor capacidad productiva.

ASPROMANCOL es la asociación de productores de Mango originada en el municipio de Mesitas del Colegio, Cundinamarca. Recientemente fueron capaces de adquirir una planta procesadora en Tolima para generar jugos, mermeladas y otros derivados del Mango, buscan llegar a nuevos mercados como lo es el institucional y gracias a sus prácticas amigables con el medio ambiente como valor agregado en sus productos orgánicos se busca generar una alternativa donde los residuos sean transformados en productos sostenibles que puedan ser vendidos o integrados nuevamente en la cadena de valor y generen una ganancia, mejoren directamente el proceso productivo y agreguen cualidades al fruto.

La Dinámica de Sistemas juega un papel importante al generar un modelo de simulación que puede representar diferentes variables encontradas en el mundo real y plantear escenarios a partir de ellas, de esta forma, se estudiara el comportamiento de cada producto sostenible y se definirá cual es la opción que resulta rentable, útil y posible de ejecutar por los productores. Por el momento este busca ser un estudio que muestre la viabilidad en los diferentes escenarios establecidos en la investigación para así ser usado por los productores y posteriormente desarrollar extensiones del trabajo donde se muestre el proceso a seguir para cada fruto producido.

## **CAPITULO I – ANTECEDENTES**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el desarrollo de productos es indispensable tener en cuenta los pasos que permiten el diseño del mismo desde la razón por la cual surge, ya sea, suplir una necesidad o agregar un nuevo uso o característica a algún producto existente en el mercado, sin embargo, cuando entramos en una agroindustria encontramos fácilmente como varios de los desechos producidos no son tenidos en cuenta a pesar de su gran potencial de vida útil para ser vendidos o transformados, teniendo en cuenta lo anterior este estudio pretende demostrar dentro de la cadena de suministros del Mango incluyendo los residuos y su trazabilidad actual, como se generan productos sostenibles a partir de los residuos y que resultan “materia prima” para una nueva cadena de valor o para ser convertidos en productos que puedan ser usados por productores o fabricantes dependiendo del escenario y la alternativa. De esta manera resulta un estudio útil para presentar a los productores una alternativa directa a lo que creían obsoleto y que se puede volver un ingreso adicional y generar un aumento de la calidad de vida y/o niveles de producción.

Dentro de los posibles usos para dichos residuos, se encontraron algunos usos en el mercado internacional y como propuestas en desarrollo productos generados a partir de los residuo como son: en una bebida alcohólica, como parte del abono, para aceites naturales y como combustibles biodegradables, no obstante, se buscara corroborar dicha información y encontrar la opción con mayor viabilidad dentro del mercado actual.

Basándonos en un contexto actual dirigido y enfocado hacia las cadenas de suministros se plantea “¿Cómo diseñar un proceso de desarrollo de productos sostenibles para una Cadena de suministro de Lazo Cerrado en la agroindustria (CSLC) en un ambiente complejo?”

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Diseñar un proceso de desarrollo de productos sostenibles a través de un modelo de dinámica de sistemas para una Cadena de suministro de frutas (Mango) en Lazo Cerrado (CSLC).

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar una CSLC con el propósito de encontrar los aspectos esenciales que la diferencian de una cadena de suministro simple o base y a su vez conceptualizar los procesos de desarrollo de un producto como se diseña un producto diseño industrial.
- Estudiar y modelar las relaciones y las variables utilizadas para el diseño del desarrollo de un producto para definir los parámetros necesarios dentro de un proceso.
- Validar y comprobar a través de un análisis de sensibilidad el modelamiento del proceso del desarrollo de productos sostenibles en la cadena de suministros de frutas de lazo cerrado con el fin de obtener resultados acordes al entorno trabajado.

## CAPITULO II – CONTEXTO DEL MODELO

### 2.1 DINÁMICA DE SISTEMAS

La dinámica de sistemas antes conocida Dinámica Industrial es una metodología que permite estudiar el comportamiento de los diferentes sistemas encontrados en el entorno y a la vez permite analizar las diversas perspectivas y opiniones que pueden dar los especialistas en cada área de estudio para así permitir la toma de decisiones a partir de los resultados encontrados. Al desarrollar modelos de simulación tenemos la oportunidad de analizar escenarios de la vida real y así permite alterar, agregar o quitar las variables del modelo obteniendo resultados que muestran efectos positivos o negativos en la problemática a tratar durante un periodo de tiempo. (Cruz, 2007)

Esta metodología surge en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) donde el ingeniero Jay Forrester creador de las memorias de computadores con núcleo de ferrita (Memorias RAM), quien gracias a su habilidad y conocimiento en el desarrollo de tecnologías fue capaz de simular una realimentación negativa lo cual parecía ser el problema de una empresa de electrónica mostraba problemas de producción a pesar de tener un mercado estable, por lo que a través de un software desarrollo un lenguaje de programación capaz de mostrar relaciones entre diferentes variables y posibles escenarios y así analizar problemáticas de diferentes áreas de estudio por medio de diagramas de flujo y de nivel que permitieran al usuario interactuar fácilmente con las variables que intervienen directa o indirectamente en el sistema de estudio (Aracil & Gordillo, 1997). Lo anterior se refleja en 3 de sus obras más reconocidas: “Industrial Dynamics” en donde se analizan los sistemas comerciales y de gestión desde el control de inventarios, la logística y finalmente la toma de decisiones; “Urban Dynamics” que se enfoca en problemáticas culturales y sociales, como el hacinamiento y el deterioro de las ciudades; y “World Dynamics” finalmente analiza las situaciones críticas poblacionales a nivel mundial desde la contaminación hasta el crecimiento demográfico. (Santa Catalina, 2010)

Por otra parte cuando se habla de un sistema se tiene en cuenta que son individuos o variables en este caso que se relacionan entre sí de forma coherente, los sistemas se clasifican en abiertos y cerrados, sin embargo aunque en la vida practica los sistemas son en su mayoría abiertos por que interactúan con factores externos a su propio sistema para efectos prácticos en el método experimental se acostumbra cerrar el sistema, es decir, omitir las interacciones que se presentan con variables externas y se tiene una acción reciproca o de interdependencia; aunque es necesario nombrarlas y aclarar que se tomaron como constantes para futuros estudios.

Es importante resaltar que dentro de los sistemas complejos como por ejemplo en las empresas varias de las decisiones que se toman afectan a una o más áreas de trabajo por lo que se genera información que se devuelve al sistema en forma de un bucle de retroalimentación, dichos bucles son la base de los cambios que se presentan en el modelo. Otro de los conceptos clave en la DS (Dinámica de Sistemas) es el modelo, el cual se considera como el plano a escala de la realidad, ya que buscamos simular escenarios de la realidad con diferentes cambios dentro de sus variables de nivel, de flujo o auxiliares.

## **2.2 MANEJO DE RESIDUOS**

Como tal un residuo se considera un objeto, sustancia o elemento sobrante de una actividad doméstica, industrial, comercial o institucional que no tiene un aparente uso para el generador o productor del mismo y por ende se considera obsoleto para él dentro de su cadena productiva. Los residuos se clasifican en dos categorías que son: Residuos peligrosos y no peligrosos. (Pérez, 2010)

En la agricultura durante 150 años se creía que la producción y vitalidad de las plantas era gracias al humus del suelo, sustancia generada por los desechos que prontamente se convertían en abono para las plantas. Sin embargo en el año 1843 el químico alemán Justus Von Liebig (Instituto Ibero-Americano, 2010) encontró que las plantas a diferencia de las normas de agricultura antigua solo necesitaban de agua y sustancias inorgánicas en su nutrición; poniendo en duda la creencia del abono como factor de crecimiento y producción este hallazgo hizo que los productores dejaran de lado antiguas técnicas de cultivo y se generó una ola de “cultivos modernos” conocida como la revolución agrícola donde se aplicaban técnicas como el uso de fertilizantes inorgánicos o químicos que a pesar de incrementar el rendimiento productivo de las plantas trajo consigo una nueva problemática que afectó directamente al medio ambiente y que hoy en día estamos siendo afectados por las consecuencias como lo son los altos niveles de contaminación, sobreexplotación y deterioro de suelos fértiles y los cambios climáticos constantes. (Navarro, Moral, Gómez, & Mataix, 1995); Los residuos al ser dejados de lado en las prácticas agrícolas también contribuyeron a las anteriores problemáticas, ya que, eran quemados y generaban gases nocivos además de no aportar los nutrientes sobrantes al suelo. Tras analizar los efectos causados no solo por las prácticas agroindustriales no amigables con el medio ambiente sino por la industria en general mostro que las generaciones futuras no serían capaces de contar con los mismos recursos con los que contamos actualmente, esto dio paso a la agricultura orgánica la cual consideraba como todos los procesos que desde la producción, teniendo en cuenta que la producción contempla todos los pasos para producir y entregar el producto en el mercado hasta los procesamientos que puedan generarse dentro de la cadena de valor del productor; con el fin de *“optimizar la salud y la productividad de las comunidades interdependientes del suelo, las plantas, los animales y las personas”* como

afirma el Departamento de Desarrollo sostenible en su informe acerca de la agricultura orgánica. (Departamento de Desarrollo Sostenible, 2005).

En el aspecto económico los productores que cambian sus hábitos de cultivo por los procesos de la agricultura tienen una mejor utilidad, ya que, los productos certificados como orgánicos tienen precios más altos en el mercado porque ofrecen salud, seguridad, bienestar, además el producto es capaz de utilizar y explotar al máximo los recursos del cultivo y la finca en general.

Es importante resaltar que varios productores e incluso países no fomentan la agricultura orgánica debido a los esfuerzos culturales, sociales, económicos y técnicos que puede acarrear el proceso de sensibilización, comunicación y adaptación (Greenpeace Argentina , 2005) por lo que en Colombia se generaron diferentes asociaciones distribuidas a nivel local o por municipios, por regiones y finalmente federaciones y conglomerados de asociados que tienen en común cultivos, frutos y condiciones de terreno que permiten no solo incurrir en compra de tecnologías para un desarrollo agroindustrial y a su vez es una red capaz de llegar a nuevos mercados y satisfacer la demanda que para un productor que tengan que cubrir gastos de transporte, distribución y comercialización que pueden llevarlo a perder no solo su utilidad sino su inversión. Es importante aclarar que en el país se ha evidenciado la desventaja que tienen las familias campesinas productoras no solo para llegar al consumidor de fruta fresca como lo son las familias que viven en las principales ciudades del país y zonas aledañas, sino también en el sector industrial a la hora de vender sus productos a grandes empresas no obtienen más que precios de compra bajos y pocas oportunidades de ser proveedores activos. De esta forma, dentro de la investigación que se presentara a continuación se busca dar una solución para las familias productoras reutilizando los residuos del Mango en la producción de jugos con el fin de mejorar la utilidad y los ingresos de las familias campesinas.

## **2.3 DISEÑO DE PRODUCTOS**

Cuando hablamos de un producto lo podemos entender como un conjunto de atributos o cualidades que pueden ser tangibles e intangibles que tienen un empaque, precio, color y marca, y según la atención del vendedor y su reputación en el mercado puede ser clasificado de buena o mala calidad según la percepción del consumidor. (Stanton & Etzel, Fundamentos del Marketing, 2004)

Los productos como tal siempre han existido con el fin de satisfacer las necesidades de la vida diaria de un individuo, sin embargo, el individuo al evolucionar cambia sus necesidades, hábitos y pensamiento y a la vez lo han hecho las formas de comercializar y el concepto ha ido creciendo desde entonces. Si nos devolvemos a la era de Herótodo donde ya se hablaba de mercaderes que colocaban en la puerta de sus establecimientos a una persona encargada de atraer, mediante gritos y el sonido de algún instrumento, a los



posibles compradores. (Bassat, 1999) No obstante aunque los productos siempre han estado evolucionando junto con los seres humanos el proceso de diseño de productos ha sufrido cambios significativos, ya que, se han estipulado pasos básicos que son la clave para lograr un producto viable y útil, esto se debe a que cuando hablamos actualmente del diseño de productos tenemos en cuenta los siguientes pasos:

- **Generación o lluvia de ideas:** es la formación de supuestos para suplir una necesidad o solucionar una problemática con el fin de proponer diferentes alternativas y así analizar y comparar su viabilidad y utilidad.
- **Análisis de Viabilidad:** cada idea propuesta en el punto anterior pasa a ser estudiada y comparada en diferentes escenarios con el fin de encontrar posibles factores u obstáculos que pueden poner en riesgo el desarrollo y la ejecución de la idea o el proyecto en el periodo de tiempo ejecutable. En este punto es indispensable evaluar factores económicos, comerciales, ambientales, políticos, sociales y culturales.
- **Necesidades del Mercado/Potencial:** las ideas nacen a partir de una necesidad por lo que es necesario describir exactamente las capacidades y alcances que tiene el producto para satisfacer al consumidor.
- **Especificaciones Funcionales:** todos los productos tienen un manual o forma de uso por más básico que sea, la clave está en saber cuál es la forma correcta de uso y si es necesario que vaya por escrito o no para finalmente decidir cómo se comunican estos atributos, un ejemplo claro es una gaseosa comparada con un mueble para armar, evidentemente la gaseosa tiene una forma de uso más fácil de entender por el usuario ya que solo tiene que girar una tapa para poder consumirla, mientras que un mueble para armar necesita un manual por escrito para el usuario o es posible que no tenga el resultado esperado.
- **Especificaciones del Producto:** este punto es clave porque en él se estipulan los diagramas de procesos necesarios para desarrollar el producto, se debe tener en cuenta materiales necesarios, maquinaria y finalmente capacitación para las formas de manipulación.
- **Revisión de Diseño:** la revisión de diseño es un control de calidad que reúne todo lo anterior y evalúa si la idea se llevó a cabo y dio los resultados esperados de lo contrario es necesario retroceder a pasos anteriores y ajustar cualquier posible error que pueda haberse presentado.
- **Prueba del mercado:** tras tener un visto bueno conforme a lo proyectado en funcionalidad, estilo y calidad se procede a realizar una prueba en donde se convoca una muestra del mercado objetivo escogida aleatoriamente con el fin de tener una prueba sin ningún tipo de desviación que aumente el margen de error del estudio, finalmente se realiza un análisis a los resultados obtenidos tanto cualitativa como

cuantitativamente y definir si es necesario un ajuste o se puede continuar con el proceso.

- **Introducción en el Mercado:** en este punto dentro de la evaluación del mercado objetivo se tienen que haber definido las ubicaciones para realizar el lanzamiento por ser las más frecuentadas por los potenciales, teniendo en cuenta los estudios de viabilidad en el campo económico y financiero se ha definido un precio capaz de generar un retorno de inversión en un tiempo determinado por proyecciones y finalmente se esperan resultados.
- **Validación:** en este punto finalmente se comprueba si todos los pasos anteriores fueron realizados correctamente y además tuvieron éxito en el mercado.

Asimismo, no todos los pasos son ejecutados por todas las empresas, diseñadores o pequeños emprendedores por cuestiones de costo, falta de conocimiento del tema o experiencia en el sector y se pueden encontrar cadenas o sistemas que omitan uno o más puntos dentro de su proceso productivo. (Rocadenbosch, 2010)

## **2.4. APLICACIONES DE LAZO CERRADO EN CADENAS DE SUMINISTROS.**

Una cadena de suministro es un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventarios, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor. (Ballou, 2004). Las cadenas de suministro pueden clasificarse en Lazo abierto y Lazo Cerrado, por una parte el lazo abierto se encuentra en la mayoría de los casos ya que no necesita ningún tipo de retroalimentación o de relación con los factores externos, mientras que en el lazo cerrado encontramos relaciones directas (Jiménez S. & Hernández García, 2002), para este estudio se toma lazo cerrado como el reintegro de residuos generado por el procesamiento del mango en la cadena tras ser transformados, con el fin de demostrar el efecto positivo en el ámbito de producción y financiero para las familias campesinas productoras de Colombia.

Como tal el término lazo cerrado o Feedback es reconocido en el área de sistemas de control donde se determina que es un sistema de lazo cerrado Feedback cuando la señal de salida pasa por un proceso de reconocimiento y retroalimentación e ingresa nuevamente al sistema, es importante aclarar que las señales retroalimentadas son tomadas como negativas o positivas según se requiera, un ejemplo de una retroalimentación positiva o regenerativa son los osciladores en el sector industrial los cuales emiten una señal que pasa por un controlador, luego a un actuador, se genera un proceso y finalmente hay una salida la cual hace un Feedback por medio de un sensor y lleva al punto de entrada información que para este caso haría que en el sistema se suban los niveles de señal y cumpla el nivel que se

ordena, es decir, esta retroalimentación positiva se dará para todos los valores que sean menores a X, sabiendo que X es el nivel de señal esperado. Mientras que para los casos de retroalimentación negativa, el cual es el más común en la industria maneja la misma estructura pero se presenta para todos los valores mayores a X, sabiendo que X es el nivel de señal esperado, enviando una orden al controlador de disminuir. (Mendiburu D., 2003).

Dentro de la investigación se encontró también el concepto de logística inversa, como tal la logística es definida por el Council of Logistics Management como *“El proceso de planear, implementar y controlar eficientemente el flujo de materiales, inventario en proceso, productos terminados e información relevante desde el punto de origen al punto de consumo para los propósitos de atender los requerimientos del cliente.”* (Iniestra, 2012), en este caso el flujo de materiales, información y productos se dirige del productor al consumidor pero para la logística inversa el flujo cambia de sentido donde nuestro punto de partida pasa a ser el consumidor y nuestro punto final es llegar al eslabón del productor por lo que la definición de logística inversa es el proceso de planear implementar y controlar eficientemente el flujo de materiales, productos terminados e información tomando como origen el eslabón de consumo y atender los requerimientos del productor. Un ejemplo claro de logística inversa se puede ver en los envases de cerveza, Bavaria es una multinacional reconocida en Colombia por la producción, comercialización y distribución de diferentes líneas de cerveza, sin embargo, la mayoría de los envases son recogidos por la compañía es aquí donde vemos la logística inversa, donde se genera una recolección de envases vacíos que están distribuidos en diferentes partes del país, llegan a un punto de reciclaje donde son triturados y fundidos para generar nuevos envases que vuelven a la fábrica para ser nuevamente enviados al consumidor final con más producto y se repite el mismo ciclo. Lo anterior surgió como se decía en un principio por los efectos ocasionados por la industria en el Medio Ambiente y es la forma en la que se trata de disminuir y si es posible mitigar los daños hechos.

#### **2.4.1 Dinámica De Sistemas En Cadenas De Suministro De Lazo Cerrado.**

Cuando hablamos del manejo de residuos con el fin de producir una retroalimentación positiva en el sistema la sostenibilidad resulta ser la palabra clave para la preservación del medio ambiente como la posible renovación del mismo, sin embargo, si tenemos un enfoque empresarial no podemos dejar de lado un retorno monetario rentable para continuar ejerciendo dicha actividad. Basado en esto desde el enfoque de dinámica de sistemas se han desarrollado varios estudios desde diferentes perspectivas como lo son la económica, social, medio ambiente, gubernamental, tecnología. Donde particularmente se analiza a través de una simulación, la viabilidad, los efectos o consecuencias encontradas al tomar

una decisión o implementar una nueva práctica o procesos dentro de un sistema, llegados a este punto es necesario considerar como se plantea una problemática dentro de una cadena de suministros (Sterman J. D., 2000).

Por otra parte, uno de los estudios más llamativos dentro de la sostenibilidad específicamente enfocado en la preservación del medio ambiente como lo es el uso, implementación y transición de energías renovables (Hamarat, 2011), asimismo se evidencia la preocupación de los investigadores, docentes e instituciones educativas de evaluar directamente como cada practica laboral independiente o formal puede o no ser sostenible dentro del sistema comercial, productivo y distributivo, como por ejemplo el cultivo de los peces y que clase resulta rentable y ecológicamente amigable (Martin Kunc, 2010). Sabiendo esto, era necesario ampliar los conocimientos dentro del campo en un margen legal o gubernamental, en el cual se desarrolla un proceso de simulación que estudia los efectos a la hora de implementar una ley, norma o política general, tanto en tiempos de respuesta (Pruyt, 2012) como en su relación directa en la evolución e implementación de sostenibilidad (Mazur, 2014).

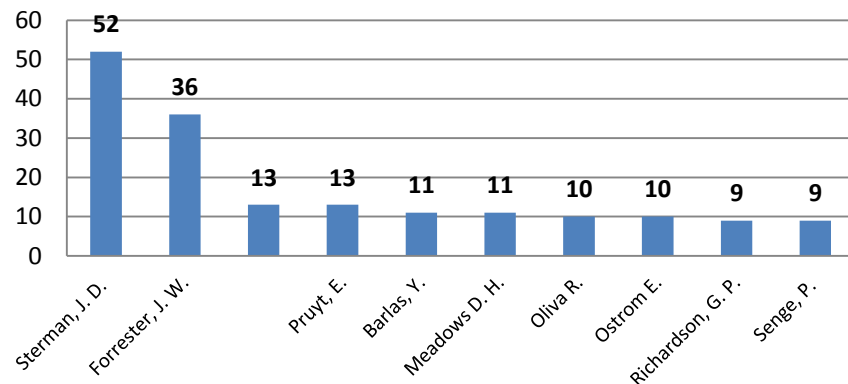
En resumen, los estudios abordados desde el enfoque de dinámica de sistema dentro de la temática de sostenibilidad han permitido desarrollar modelos dinámicos que demuestran matemáticamente un resultado estable o un argumento válido ante una situación de inconformidad.

Como tal la cadena de suministros ha sido uno de los temas más desarrollados o trabajados en este campo, al partir de un planteamiento de problemas que pueden ser solucionados dentro de un esquema al tener en cuenta las diferentes variables que interfieren dentro del sistema, así pues podemos encontrar sistemas dentro de diferentes campos como pueden ser economía, social, educación o tecnología. Particularmente se puede analizar diferentes casos desde como a una víctima de catástrofe es abastecida en tiempo de crisis (Cuervo, Diaz, Namen, Palacio, & Sierra, 2010) o como definir realmente un problema dentro de la cadena (Sterman J. D., 2000).

Al analizar una deficiencia dentro de la cadena o simplemente realizar un estudio de control siempre se busca definir los flujos de información, las conexiones entre los sectores y sus efectos al tener algún tipo de error al ejecutar cada uno (Forrester, 1961).

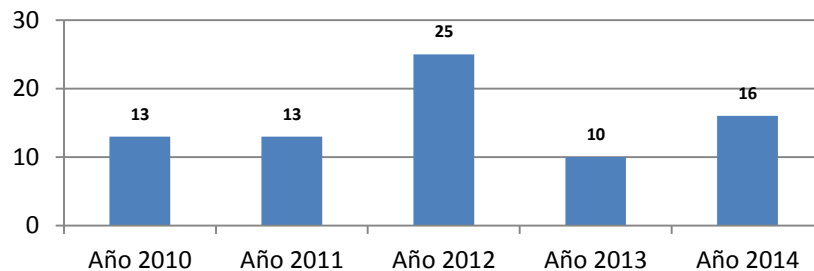
Es necesario tener presente los autores más reconocidos y citados dentro del ámbito de dinámica de sistemas aplicada a temáticas de sostenibilidad y cadena de suministros como se muestra en la Figura 1, como evidencia de una revisión bibliográfica que sustenta teóricamente y fundamenta los argumentos a desarrollar en el proyecto.

**Figura 1: Autores más citados de Dinámica de Sistemas en Sostenibilidad**



*Figura 1: Autores más citados dentro de los temas base. Fuente: El autor a partir de International Conference of the System Dynamics.*

**Figura 2: Citaciones realizadas en cadenas de suministro Periodo 2010-2014**



*Figura 2: Citaciones realizadas por años en cadenas de suministro con la metodología de DS. Fuente: El autor a partir de International Conference of the System Dynamics.*

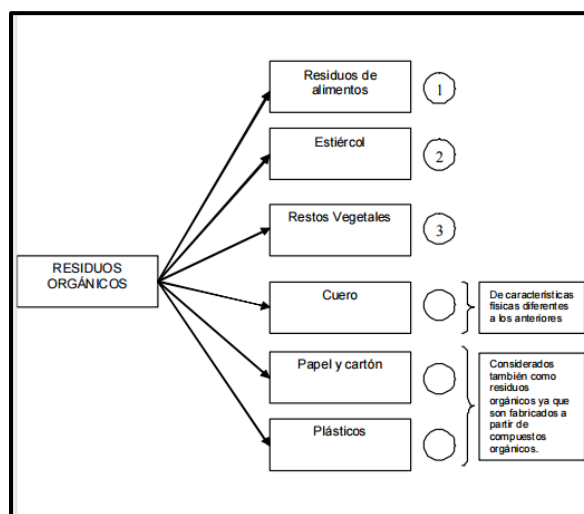
Igualmente se identifica el incremento en el año 2012 en el número de publicaciones relacionadas con sostenibilidad. Los trabajos presentados abordan los aspectos de educación sostenible (Skaza, Kent, & Kristoffer, 2012) y (Sterman J. , 2012), desarrollo de productos y mercados sostenibles (Bisilkas, Ivan, & Aurora, 2012) y (Sverdrup, Deniz, & Christer, 2012), para el año 2013 se encontró un estudio acerca de las cadenas de suministros sostenibles transparentes (Weijia Ran, 2013) y finalmente tenemos nuevamente un crecimiento encontrando publicaciones como el estudio acerca del comportamiento de productos intermedios innovadores dentro de un sistema (Handel, 2014) ó la investigación acerca de modelos de sostenibilidad aplicados directamente a compañías con su respectivo análisis de resultados (Mollona, 2014).

Por otra parte se encontraron trabajos que buscaban desarrollar logística inversa en cadenas de suministros de equipos de soldadura y descarga electrostática, ya que al ser productos de los cuales se pueden remanufacturar gran parte de las piezas permitía estudiar el comportamiento de estos “nuevos” productos que se reintegran en la cadena y retomando como se había dicho antes disminuyen los costos del productor/fabricante al recoger los productos “obsoletos” para el usuario que es materia prima para el proceso productivo (Rodrigues, Golrooy, Ramesh, & Kamath, 2012).

## 2.5 MANEJO DE RESIDUOS EN LA AGRICULTURA

El manejo de residuos va ligado según el tipo de residuo que se va procesar y estos son clasificados según su origen o actividad económica de procedencia, tipo de manejo, en esta categoría se determina si el residuo requiere algún tratamiento especial a la hora de desecharse o por el contrario no genera ningún tipo de interacción negativa con el medio ambiente y finalmente el estado en el que se encuentra el residuo (sólido, líquido, gaseoso), en el caso de los residuos orgánicos se consideran materiales o elementos que provienen de productos orgánicos y que en su mayoría son biodegradables, es decir, son capaces de descomponerse naturalmente a un ritmo acelerado según sea la estructura molecular que lo compone. Dentro de los residuos orgánicos también podemos encontrar una clasificación según su fuente de generación, es decir, que tipo de consumidor lo genera, un ejemplo serían las familias ubicadas en Bogotá que consumen fruta fresca regularmente genera residuos de tipo domiciliario, mientras que un colegio o entidad gubernamental es clasificada como institucional. La finalidad de esta clasificación es encontrar quienes producen mayor cantidad de residuos como una oportunidad de recolección y transformación.

**Figura 3: Materiales considerados residuos orgánicos**



*Fuente: DANTE, Flores: Guía No. 2. Para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos. Quito, Guía No. 2 (Marzo. 2001); p.11.*

En la Figura 3 se puede observar los residuos sólidos que son considerados orgánicos a pesar de sus diferentes composiciones moleculares, donde el caso más partícular es el plástico que a pesar de provenir de productos orgánicos, su composición molecular es más compleja aumentando así su tiempo de degradación y descomposición. (Jaramillo H. & Zapata M., 2008)

En cuanto a los pasos para el manejo de residuos y los métodos empleados encontramos que los cambios desde el ámbito legal específicamente en la Ley 99 de 1993 han incentivado no solo a cumplir nuevas políticas sino a generar organizaciones asociadas con el gobierno en cada municipio del país para velar por el cuidado del medio ambiente en cada sector, tomemos como ejemplo Corantioquia, quienes surgieron a partir de esta ley como una entidad pública asociada con el gobierno y que busca velar por el aprovechamiento de residuos y recursos sin alterar o afectar el medio ambiente y apoyar proyectos que fomenten la regeneración, cuidado y control del mismo (Corantioquia, 2008); además propone un método para el manejo integral de residuos como se muestra a continuación:

**Figura 4: Esquema manejo integral de residuos**



*Fuente: (Corantioquia, 2008)*

Sin embargo, los procesos de manejo de residuo se escogen según sea el interés del productor, el tipo de industria y la actividad económica y finalmente el tipo de residuos. Teniendo en cuenta esto se encontraron 2 clasificaciones relevantes:

- **Logística Inversa – Remanufactura:** este proceso tiene como objetivo la ética y responsabilidad con el medio ambiente con el fin de reducir las emisiones de carbono. Un ejemplo claro de esto es el caso de la chatarra de aluminio desechada por los consumidores donde un 1kg de este material es capaz de ahorrar 41kWh (Kilovatios por hora). Además varios productores y fabricantes han encontrado que no solo se da un cumplimiento de normas sino que se puede obtener un beneficio económico al ahorrar en gastos reutilizando material “obsoleto” del mercado para ser procesado como materia prima.
- **Residuos a valor - Industrial Simbiosis:** este proceso busca establecer alianzas estratégicas donde se establezca un flujo de materiales que soporte la escasez para empresas con necesidades y cualidades similares y así hacer intercambios además se propone cuestionar el significado de lo percibido como desechos para verlo como recursos potenciales.

Estas dos grandes clasificaciones incluyen diferentes procesos que ayudan a cumplir su objetivo, ahora veamos algunos de ellos:

- **Composteo:** es el proceso de degradación controlada usando microorganismos (bacterias) quienes por medio de su respiración aeróbica o anaeróbica son capaces de generar cambios en la materia orgánica. Encontramos 3 tipos de bacterias principales en el proceso que las Sicrofilicas, capaces de degradar la materia orgánica aunque se encuentre a bajas temperaturas pero durante este proceso generan calor suficiente para las Mesofilicas, bacterias que nacen en temperaturas de no más de 35°C y finalmente con temperaturas de 45°C alcanzadas gracias a la actividad de degradación de las bacterias Mesofilicas se generan las Termofilicas, organismos capaces de elevar la temperatura de la composta hasta los 75°C siendo los principales degradadores del material a compostar. Todo el proceso puede tardar de 2 a 3 Meses dependiendo las cantidades del material a compostar y las condiciones del lugar de compostaje. (Acodal, 2013)
- **Lombricultura:** es la técnica de formar un criadero de lombrices que son alimentados con materiales biodegradables, los cuales serán transformados por las lombrices en Humus y Biomasa, en cuanto a composición química los desechos producidos tienen mayor cantidad de nutrientes que son asimilados más fácil y rápido por las plantas. No obstante las condiciones para tener criaderos aptos para



las lombrices son vitales en especial con los niveles de humedad, ya que si se supera el 80% de humedad causa muerte instantánea y en cuanto a la temperatura debe mantenerse entre el rango de 22 a 33 grados. (Rodríguez, 2003)

Estos procesos tienen en común el objetivo que es transformar los residuos y generar nuevos productos como abono y Humus para restaurar las propiedades del suelo y sus nutrientes, además de mejorar el rendimiento productivo de las plantas con los nutrientes que tiene la materia orgánica.

- **Biocombustibles:** La biomasa como materia prima versátil compuesta por energía solar almacenada de la materia orgánica, por lo que tiene el potencial de ayudar en las reservas energéticas y la demanda, ya que actualmente solo contribuye en menos de un 10% en suministros de energía lo que no ha permitido explotar todo su potencial por diferentes razones como la falta de conocimiento y tecnología para la transformación de la biomasa. (Monreal, 2008)

## 2.6 PRODUCTOS SOSTENIBLES

Los productos sostenibles son considerados como los productos que minimizan el uso de recursos no renovables y la producción de desperdicios durante su ciclo de vida, para lograrlo la forma de diseñar este tipo de productos se maneja en 4 fases importantes:

- **Ambiental:** donde se estudia y planea como el producto puede reducir su impacto al interactuar con el medio ambiente y además como se pueden preservar recursos, ya sea, utilizando en un mínimo los recursos no renovables en su proceso así mismo reducir la cantidad de recursos usados si es necesario para no incurrir en procesos complejos a la hora de desecharse.
- **Económico:** Se debe obtener una utilidad a la hora de venderlo en el mercado o reducir algún costo o tiempo si vuelve a entrar en la cadena productiva principal que lo genere.
- **Ético:** Este enfoque busca dar las mismas oportunidades a las generaciones futuras de contar con un Medio Ambiente sano, lo que implica preservar los recursos existentes, reducir el impacto industrial generado por malas prácticas contra el ambiente.
- **Social:** Debe generar la oportunidad de dar empleo a la población y así mejorar sus condiciones y calidad de vida, contribuir al proceso de educación, sensibilización y conciencia para cuidar, proteger y preservar el medio ambiente y los recursos que nos brinda.

Este análisis se agregaría al paso 2 de la elaboración de productos que se explicó anteriormente. (Chambouleyron, Arena, & Pattini, 2000), sin embargo con estos enfoques planteados se denominó “Eco diseño”.

Después de haber hecho una revisión bibliográfica se pasara a dar explicación de las metodologías y teorías escogidas para realizar el estudio junto con su justificación.

La dinámica de sistemas se escogió como metodología para el desarrollo de este estudio, ya que un modelo de simulación permite ver la interacción que puede tener el reintegro de los residuos a la cadena y los efectos positivos y negativos que conlleva, el objeto de estudio será la cadena de suministro del mango cuando este es procesado y como producto final obtenemos jugos y mermeladas, se escogió esta cadena en particular porque cuando se habla de logística inversa se parte desde el consumidor final sin embargo otros eslabones son ignorados como lo es el del fabricante quien al realizar el procesamiento genera un porcentaje de desechos del mango compuestos por la cascara y el hueso o la pepa del fruto. Finalmente se escogió la metodología de diseño de productos sostenibles, ya que se pretende usar los residuos como materia prima de estos y generar así un valor agregado a la producción, una fuente de ingresos o una oportunidad de negocio para los productores del país.

## **2.7 EL MANGO A NIVEL MUNDIAL**

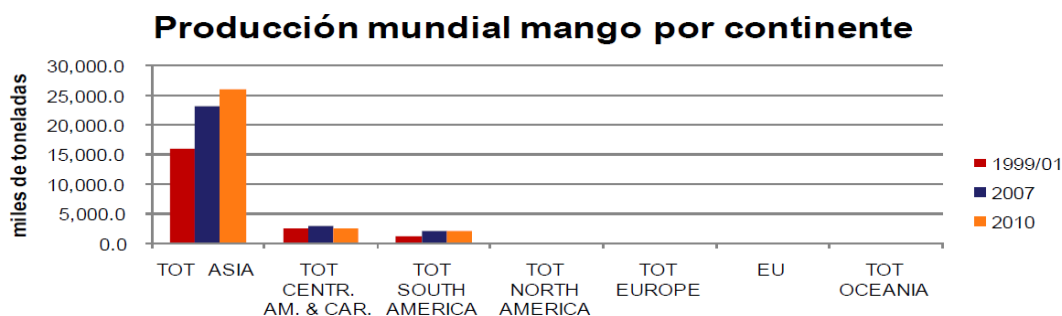
Dentro de un estudio realizado por la FAO (Food and agricultural organization) se encontró que el 98% de la producción de este fruto es realizada por países en desarrollo mientras que el 2% restante lo aportan los países desarrollados (Departamento Económico y Social, 2004), además el mango cuenta con 63 especies que han sido cultivadas y distribuidas en diferentes zonas geográficas donde podemos encontrar diferentes condiciones climáticas que permiten desarrollar una genética que afecta desde el tamaño hasta el color del fruto.

Cada parte del mango desde sus hojas hasta la raíz es usada en diferentes países gracias a las propiedades químicas, físicas y condiciones de cultivo, en cuanto al árbol en países como Bangladesh se fomentó su siembra no solo por el fruto sino por la resistencia de la corteza y la madera que puede ser producida a partir de ella y partes como la semilla han sido incluidas dentro de la agricultura como alimento para el ganado al igual que sus hojas, también se encontró que por creencias y tradiciones en África los arboles de mango son llamados “arboles de las palabras” gracias a la sombra que dan es posible tener conversaciones sin problema de los rayos del sol (Saúco, 2009) o en India donde el fruto ha sido objeto de veneración debido a su presencia en las sagradas escrituras (Hidalgo, 2012). Es importante decir que además de las cualidades mencionadas el árbol de mango es resistente a sequías lo que le ha permitido llegar a ser usada como una planta ornamental o planta de jardín que no solo resalta por su aspecto sino por su fruto lo que la ha hecho

popular en el ámbito de importación y exportación del mismo en diferentes formas como en pulpa o en semilla. El mango es el tercer fruto de mayor producción e importación dentro de las frutas tropicales y el quinto dentro de los frutos en general (Saúco, 2009) donde encontramos que los compradores más interesados en importar frutas tropicales son la CE (Comisión Europea), Estados Unidos, Japón, Canadá y China, quienes tienen preferencia por las frutas tropicales producidas en los países latinoamericanos, en especial por la piña como se reveló en un pronóstico realizado por la FAO, también se veía un crecimiento de 9.7% del mango en comparación a las otras frutas tropicales (piña, palta, papaya).

A partir del pronóstico realizado por la FAO, Comexperu el gremio privado que agrupa a las principales empresas vinculadas al comercio exterior de Perú identificó los principales países en cuanto a producción y rendimiento como se ve en la *Figura 1*, donde sabemos que el rendimiento contempla todos los índices de naturaleza económica (Valor del producto, costo de producción, entre otros), en cuanto a la producción se tiene en cuenta la edad de los árboles donde según el FONAIAP (Fondo nacional de investigaciones agropecuarias) el ciclo de vida está ligado tanto con la producción como con el rendimiento en donde tenemos que entre los 2 a 8 años de edad se encuentra en su periodo de crecimiento y se caracteriza gracias al incremento tanto de los rendimientos como tal de la planta como por un incremento elevado de su copa, seguido a este entre los 8 y los 15 años de edad en su periodo de plena producción alcanza su máxima capacidad de producción finalmente a partir de los 18 años la planta entra en su periodo de producción decreciente donde el crecimiento de la copa del árbol deja de ser proporcional con la producción.

**Figura 5: Producción mundial mango por continente**

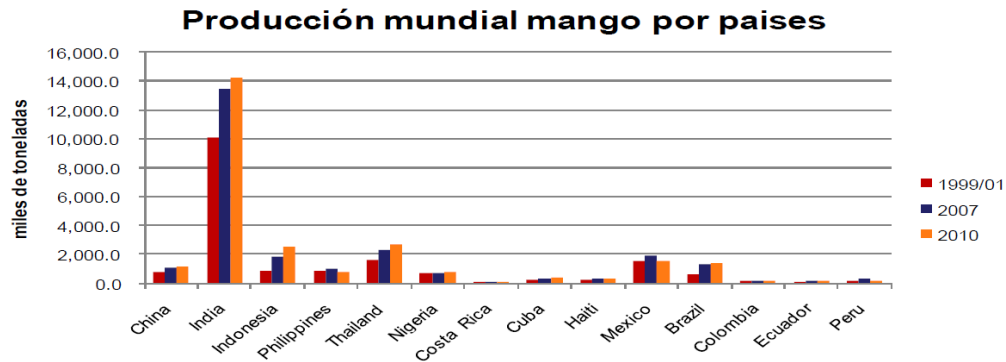


Fuente:

[http://asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_231\\_Propuesta%20de%20desarrollo%20del%20Mango%20Mercado%20Colombiano%20agroindustria%20en%20proceso.pdf](http://asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_231_Propuesta%20de%20desarrollo%20del%20Mango%20Mercado%20Colombiano%20agroindustria%20en%20proceso.pdf)

En la Figura 5 se evidencia claramente como los países asiáticos los cultivos del mango son altamente productivos en comparación a los demás continentes, además presentan una curva de crecimiento similar al ciclo de vida de los productos donde parte de un nacimiento, se eleva hasta alcanzar la madurez y se espera que tienda a ser una constante en los próximos años.

**Figura 6: Producción mundial mango por países**

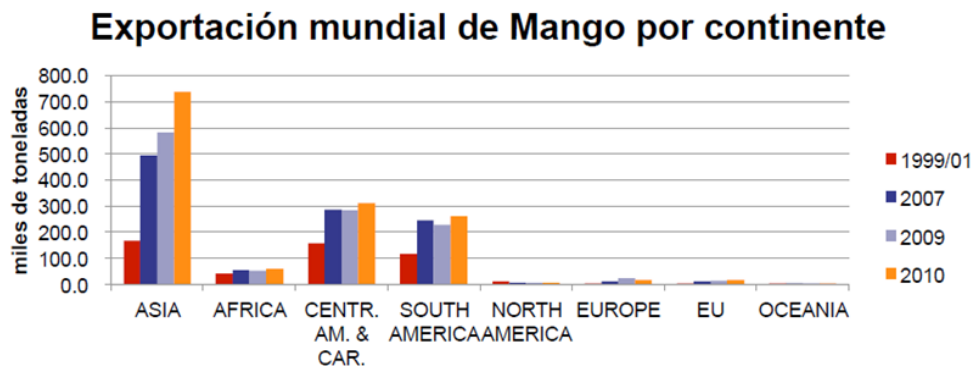


Fuente:

[http://asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_231\\_Propuesta%20de%20desarrollo%20del%20Mango%20Mercado%20Colombiano%20agroindustria%20en%20proceso.pdf](http://asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_231_Propuesta%20de%20desarrollo%20del%20Mango%20Mercado%20Colombiano%20agroindustria%20en%20proceso.pdf)

En la figura 6 como era de esperarse los tres primeros lugares los ocupan países ubicados en el continente asiático como lo son India, Tailandia e Indonesia, si bien se muestra una clara ventaja por el continente en los niveles de producción, no en todas las regiones se produce el mismo tipo de fruto, a pesar de que coinciden en unas características químicas, físicas o de sabor, las prácticas de agricultura influyen en el producto final que se obtendrá.

**Figura 7: Exportación mundial de mango por continente**

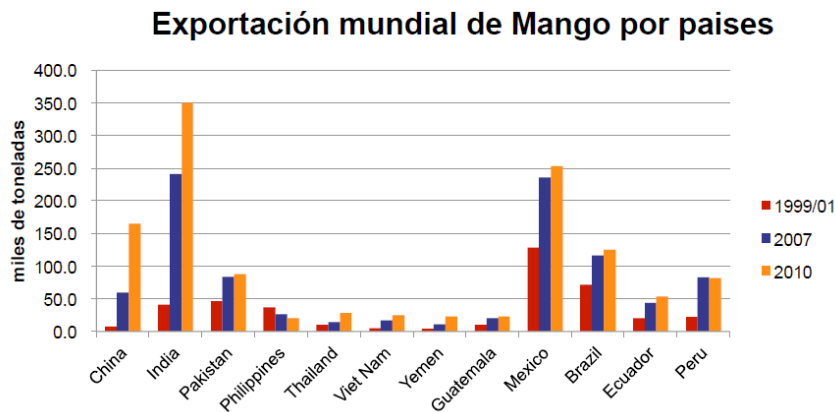


Fuente:

[http://asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_231\\_Propuesta%20de%20desarrollo%20del%20Mango%20Mercado%20Colombiano%20agroindustria%20en%20proceso.pdf](http://asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_231_Propuesta%20de%20desarrollo%20del%20Mango%20Mercado%20Colombiano%20agroindustria%20en%20proceso.pdf)

Asia y Centroamérica resaltan por tener la mayor participación en el gráfico anterior lo que genera una relación conforme a los niveles de producción puesto que Asia al tener los tres primeros puestos en países productores comprueban que a mayor oferta se es capaz de satisfacer mayor nivel de demanda como se observa en la Figura 7.

**Figura 8: Exportación mundial de mango por países**

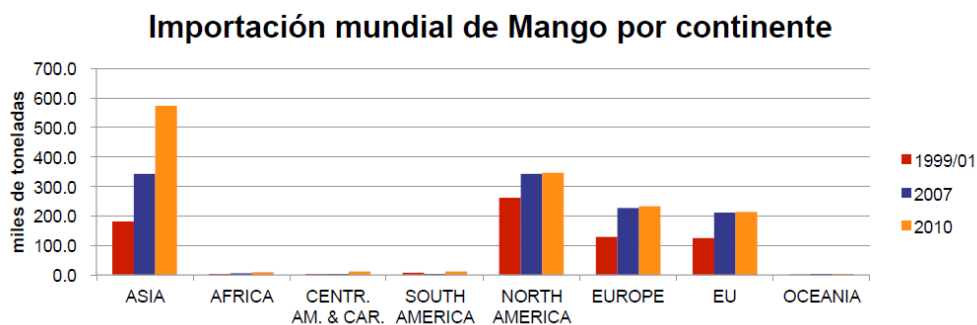


Fuente:

[http://asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_231\\_Propuesta%20de%20desarrollo%20del%20Mango%20Mercado%20Colombiano%20agroindustria%20en%20proceso.pdf](http://asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_231_Propuesta%20de%20desarrollo%20del%20Mango%20Mercado%20Colombiano%20agroindustria%20en%20proceso.pdf)

En la Figura 8 fue curioso encontrar que México ocupara el segundo lugar a nivel de exportación de fruta donde se pondría en tela de juicio la preferencia por el consumidor frente a los sabores tropicales que se generan gracias a las condiciones climáticas y geográficas del terreno de cultivo.

**Figura 9: Importación mundial de mango por continente**



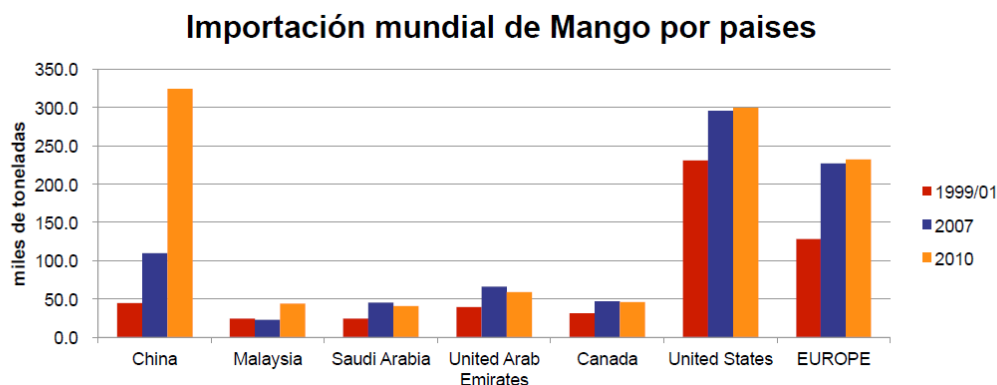
Fuente:

[http://asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_231\\_Propuesta%20de%20desarrollo%20del%20Mango%20Mercado%20Colombiano%20agroindustria%20en%20proceso.pdf](http://asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_231_Propuesta%20de%20desarrollo%20del%20Mango%20Mercado%20Colombiano%20agroindustria%20en%20proceso.pdf)

Con respecto a las importaciones se ve una clara relación con los gráficos anteriores, donde Norte América, Europa y la Unión Europea cuentan con niveles bajos casi nulos en las categorías de producción y exportación, por lo que se esperaba que para cubrir las

necesidades de la población necesitaran de la importación de los frutos carentes en sus continentes como lo es el mundo como se puede ver en la Figura 9.

**Figura 10: Importación mundial de mango por países**



Fuente:

[http://asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_231\\_Propuesta%20de%20desarrollo%20del%20Mango%20Mercado%20Colombiano%20agroindustria%20en%20proceso.pdf](http://asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_231_Propuesta%20de%20desarrollo%20del%20Mango%20Mercado%20Colombiano%20agroindustria%20en%20proceso.pdf)

Cabe resaltar en este grafico que los países asiáticos lideraron todos los esquemas pero es de anotar la densidad de la población la cual aunque logre generar un ingreso económico necesitan de otro tipo de fruto para satisfacer las necesidades en la población. Son seguidos de Estados Unidos y Europa quienes a pesar de contar con un gran número de habitantes no llegan a igualar a China. Otra de las connotaciones encontradas es que los frutos no se importan para ser consumidos solamente para ser consumidos como fruta fresca si no son usados como materia prima para producción de jugos, mermeladas y otros productos terminados que serán comercializados en mercado local e internacional (Figura 10).

Por otro lado a pesar de que existe una gran variedad de especies de mango producidas en diferentes partes del mundo no todas cumplen con las características aptas para ser exportadas donde son clasificadas por el color de su cascara, siendo así se mostrara a continuación la más populares de tipo exportación:

- Tommy Atkins: Considerada como una variedad de porte alto sin embargo tiene una producción irregular que no permite tener pronósticos acertados lo que ha generado una búsqueda de alternativas para que pueda ser sustituida en tiempos de escasez, en de buen tamaño y su color es rojo intenso y aunque es tolerante frente al ataque de trips, s conocidos por el rompimiento de las células epidérmicas de las plantas y finalmente invadidas por bacterias y hongos generando un daño directo a la cosecha (H. González Hernández, 1999) y a la antracnosis que es un hongo generalmente encontrado en regiones con temperaturas moderadas – frías y con alta

humedad relativa ambiental (Chaves, 1980), dicha característica evasiva a estas plagas le da garantía al productor para cultivarla pero a pesar de ser inmune a estas tiene una alta probabilidad de la pudrición interna de la fruta.

- Haden Glen: Es una variedad de origen hindú, el fruto es de tamaño medio – grande y se caracteriza por su color amarillo vivo con manchas purpuras y numerosas lenticelas blancas, dentro de las especies del mango para los fabricantes y exportadores de pulpa es ideal gracias a su cascara gruesa y lisa que permite que la pulpa se separe fácilmente de la cascara. (Interempresas Media, S.L., 2015).

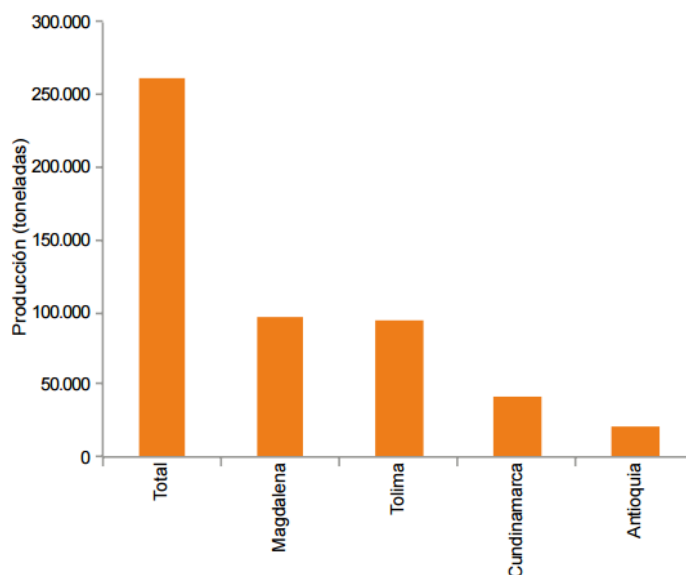
Sin embargo, a pesar de haber tanta variedad de esta fruta las condiciones climáticas necesarias para ser producidas son específicas para cada especie por lo que no en todos los países puede ser producido este fruto en todas sus modalidades. (González S., Silva E., Ruelas V., & Sigler C., 2005)

## **2.8 EL MANGO EN COLOMBIA**

Colombia gracias a sus condiciones climáticas y agrologicas que permiten cultivar diferentes frutas y hortalizas que son apetecidas no solo para consumo nacional sino que son aptas para la exportación a diferentes partes del mundo dentro de las cuales se encuentra el Mango (Asohofrucol; Programa de Transformación Productiva; Fondo Nacional de Fomento Hortifruticola, 2013), también el país tiene grandes oportunidades para llamar la atención de inversionistas contando con las ventajas del suelo y los niveles de producción que pueden alcanzarse al realizar buenas prácticas agrícolas (Capacitación, seguimiento). La agricultura a su vez en un sector potencial para la generación de empleo y mejorar la calidad de vida para los productores y familias campesinas. La mayor ventaja que tenemos actualmente es la producción de variedades rojas del mango en comparación a India, quienes cultivan, producen y exportan variedades amarillas y verdes, estas variedades se diferencian en color, tamaño y sabor, donde las variedades amarillas y verdes tienden a ser de tamaño pequeño mediano con un sabor seco y sin tanto dulzor en contraste con las variedades rojas que se caracterizan por ser de mediano a gran tamaño en su mayoría y su sabor es dulce y jugoso. Ahora bien si analizamos el aspecto técnico de los cultivos en Colombia observamos una deficiencia en cuanto al uso, la distribución, y las condiciones en los que se mantiene por más que se hallan dado capacitaciones en los diferentes municipios productores, aún quedan productores que no se atreven, no les interesa o sencillamente no ven la oportunidad de corregir deficiencias en las prácticas tradicionales donde la crisis económicas hicieron que las fincas se distribuyeran con el fin de tener más variedad de productos pero no mejor calidad en cada una, otro factor importante que impidió el desarrollo de los cultivos y los terrenos fértiles en Colombia fue la moda ganadera, donde los productores consideraban que la ganadería era indispensable dentro de

sus planes de negocio y llegaron a utilizar suelos fértiles para esta actividad donde se perdieron grandes hectáreas de oportunidad de cultivo.

**Figura 11: Producción y principales departamentos productores de mango 2013**



Fuente: [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol\\_Insumos31\\_ene\\_2015.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos31_ene_2015.pdf)

En la Figura 11 se puede observar que el principal departamento productor en Colombia del mango es Magdalena, que está cerca de alcanzar las 100.000 toneladas y la región con menos producción es Antioquia que está por debajo de 25.000 toneladas. (DANE, 2015)

En este punto es claro denotar las condiciones climáticas necesarias para la producción de mango en Colombia como lo son:

- **Altura:** para las zonas tropicales el mango se cultiva desde 0 hasta los 1.600 metros y para cada 120 metros que sobrepasen este rango suma al proceso un retraso de 4 días en florecer la planta. Esta condición es igual para los grados adicionales de latitud.
- **Temperatura:** el cultivo se desarrolla en un rango de temperatura de 24°C a 32°C cuando se excede este intervalo produce un incremento en la caída de flores del fruto.
- **Precipitación y Humedad Relativa:** la precipitación en el cultivo debe ser de 1.00 a 2.000 mm de lluvia, y aunque tenga un aspecto frondoso los arboles no tienen un gran nivel de producción. En cuanto a la humedad relativa debe ser menor del 75%.
- **Brillo solar:** Es indispensable para obtener el color y un buen desarrollo de los frutos, mantenerlos mínimo 6 horas diarias expuestos a la luz del sol.



- **Suelos:** Un suelo apto para el cultivo se cataloga con las siguientes características: Contar con una profundidad mayor a 1.20 metros, fertilidad moderada-alta, PH entre 5.5 a 7.

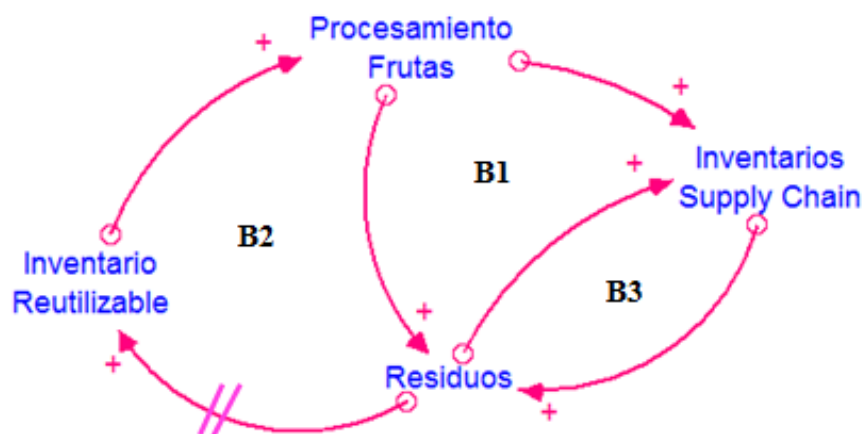
Es necesario aclarar que para los cultivos de mango la materia orgánica tiene un efecto negativo en la estructura de los arboles ya que los vuelve frondosos y les impide tener altos niveles de producción. (DANE, 2015)

## CAPITULO III – METODOLOGIA

### 3.1 MODELO CAUSAL

Un modelo causal busca representar todas las relaciones planteadas en el modelo de simulación para reconocer la estructura general. Cuando exista algún tipo de relación se leerá A tiene una relación positiva o negativa dependiendo la polaridad de la interacción.

**Figura 12: Modelo causal en bucle cerrado**



A continuación se explicaran detalladamente los bucles en el diagrama causal de modelo de estudio encontrado en la Figura 12.

**B1:** Representa la cadena de valor principal donde se evalúa el proceso de reintegro de los residuos dentro de la misma en forma de un inventario reutilizable que vuelve al proceso de producción de las frutas y lo afecta de forma positiva.

**B2:** Muestra el lazo cerrado dentro de la cadena de suministro donde en el procesamiento de frutas se genera unos residuos (Cascara, hueso) que son integrados nuevamente en la cadena en forma de productos sostenibles para generar un efecto positivo en el bucle.

**B3:** En el último bucle podemos observar como en cada eslabón de la cadena de suministros se generan residuos también que son incluidos en el inventario de Residuos.

### 3.2 MODELO FORRESTER

Después de tener el diagrama causal, todas las variables y relaciones se expresan en:

- Variables de Flujo
- Variables de Nivel
- Variables Externas o Auxiliares

Juntando todas estas variables se constituyen funciones que representan las conexiones y comportamientos para poder llegar a realizar una simulación del problema de estudio.

Se explicara el modelo con todas las variables escogidas para el estudio:

#### Variables de Flujo

Son aquellas variables que muestran los procesos que se realizan, las unidades que manejan son kg/mes:

- **Produciendo:** Es el proceso inicial donde el Productor o campesino en cultivos ya en estado de madurez, entiéndase por estado de madurez como toda planta que ya está en capacidad de producir frutos y florecer; hace un mantenimiento donde poda, retira la maleza y verifica las condiciones del terreno.
- **Cosechando:** Es el proceso donde los frutos ya han florecido y están listos para ser recogidos y empacados para su distribución.
- **Procesando:** Proceso en el cual se distribuye a los puntos de fábrica o procesamiento el fruto cosechado.
- **Transformando:** En este punto se pasa al procesamiento de frutas, para este caso de estudio se asume que el productor es el mismo fabricante.
- **Distribuyendo:** En este paso se transporta el producto final terminado (Jugos y Mermeladas) y en otro porcentaje el fruto como fruta fresca.
- **Comercializando:** Se evalúan las condiciones en las que llega el producto final al mayorista para el poder distribuirlo a sus respectivos clientes y consumidores.
- **Vendiendo:** Proceso de venta entre el mayorista, un ejemplo de ellas es Corabastos en el caso de fruta fresca o grandes superficies como Éxito en el caso de jugos y mermeladas.
- **Vendiendo 2:** Al igual que el mayorista, el minorista necesita revisar los productos

que está comprando y recibiendo, con el fin de no tener mercancía en stock que genere pérdidas al no ser atractiva o consumible para los clientes.

- **Consumiendo:** Finalmente el consumidor recibe el producto para ser consumido.
- **Desechos:** El consumidor tras haber acabado con el producto procede a desecharlo.
- **Desechando:** El fabricante al igual que el consumidor genera desechos tras realizar el procesamiento de frutas como lo son la cascara, el hueso o pepa y frutos que no cumplan los requerimientos para ser procesados.
- **Procesamiento:** Los residuos deben ser procesados para convertirse en materia prima para otra empresa o en productos sostenibles capaces de ser reintegrados en la cadena de suministros.
- **Reintegro:** El producto obtenido a partir de los procesos está listo y tiene lo necesario para reintegrarse en la cadena.
- **Venta Exterior:** Proceso de venta de los residuos transformados en materia prima para una empresa externa beneficiada.

### Variables de Nivel

Son aquellas variables estáticas que contienen los datos base de la simulación y son el producto de las variables de flujo:

- **Inv. (Inventario) Inicial Cultivos:** Es la proyección que se estima de la cantidad de frutos que se obtendrán según el número de hectáreas cultivadas. (315.317.000 Frutos)
- **Inv. Final Cultivos:** Es la cantidad de fruto obtenido, esta suele reducirse según el mes en que se de la cosecha si es temporada alta (Junio, Julio, Diciembre) o baja (Enero, Febrero) (Asofrucol, 2012) (261.794.000)
- **Inv. Inicial Fabricante:** Es la cantidad de fruto que recibe el fabricante para realizar el procesamiento de frutas, sin ser escogido o seleccionado por las condiciones de llegada.
- **Inv. Final Fabricante:** Es la cantidad que queda del fruto tras ser escogido por su estado y cumplido los requerimientos de calidad, transformado y finalmente empacado para su distribución.
- **Inv. Inicial Mayorista:** Es la cantidad de producto terminado que recibe el mayorista para ser escogido antes de su comercialización.
- **Inv. Final Mayorista:** Es la cantidad de producto terminado que ha sido escogido por el mayorista y cumple los estándares de calidad para ser comercializado.
- **Inv. Inicial Minorista:** Es la cantidad de producto terminado que recibe el minorista para ser escogido antes de su comercialización.
- **Inv. Final Minorista:** Es la cantidad de producto terminado que ha sido escogido por el minorista y cumple los estándares de calidad para ser comercializado.

- **Consumo Final:** Es la cantidad que reciben los clientes o consumidores finales para ser consumido.
- **Inv. Inicial Transformación:** Es la cantidad de residuos (40%) que es desechado por el fabricante y espera para ser transformado.
- **Inv. Final Transformación:** Es la cantidad de residuos que fueron escogidos, transformados y están esperando para ser reintegrados en la cadena.

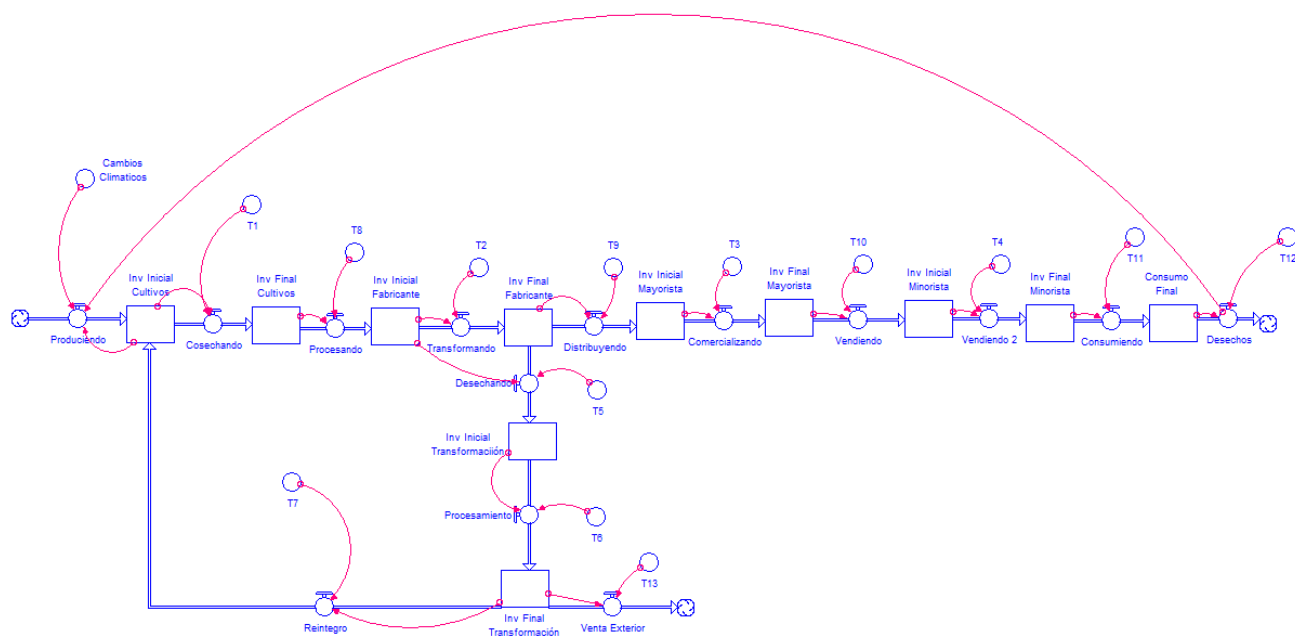
### **Variables Externas:**

Son aquellas variables que se encuentran externas a la estructura principal y actúan como DELAYS (Tiempos de demora o retraso) dentro del modelo:

- **Cambios Climáticos:** Se entiende por cambio climático a todos los fenómenos o causas que retrasan o disminuyen los niveles de producción o aumentan los tiempos de cosecha. (1 Mes)
- **T1:** Tiempo que se demora en dar la cosecha (4 Meses)
- **T2:** Tiempo que demora en ser escogido y procesado el fruto. (2 Meses)
- **T3:** Tiempo que demora en ser escogido el fruto para ser comercializado. (1 Meses)
- **T4:** Tiempo que demora en ser escogido el fruto para ser comercializado. (1 Meses)
- **T5:** Tiempo que demoran en ser desechados y transportados al punto de transformación de residuos. (1 Mes)
- **T6:** Tiempo que demora en ser transformado y procesado los residuos para ser reintegrado o vendido. (Depende del proceso)
- **T7:** Tiempo que demora en ser reintegrado el producto en la cadena, ya sea, en efectivo o producto. (2 Meses)
- **T8:** Tiempo que demora en ser trasladado el fruto a la fábrica de transformación. (4 Meses)
- **T9:** Tiempo que demora en ser distribuido el producto del fabricante al mayorista. (2 Meses)
- **T10:** Tiempo que demora en ser distribuido el producto del mayorista al minorista. (1 Mes)
- **T11:** Tiempo que demora en ser distribuido el producto del minorista al consumidor final. (1 Mes)
- **T12:** Tiempo que demora en ser consumido y desechado el producto por el consumidor final. (1 Mes)
- **T13:** Tiempo que demora en ser comercializado los residuos transformados a la empresa beneficiada. (2 Meses)

Finalmente el modelo obtenido para el estudio se muestra en la *Figura 13*.

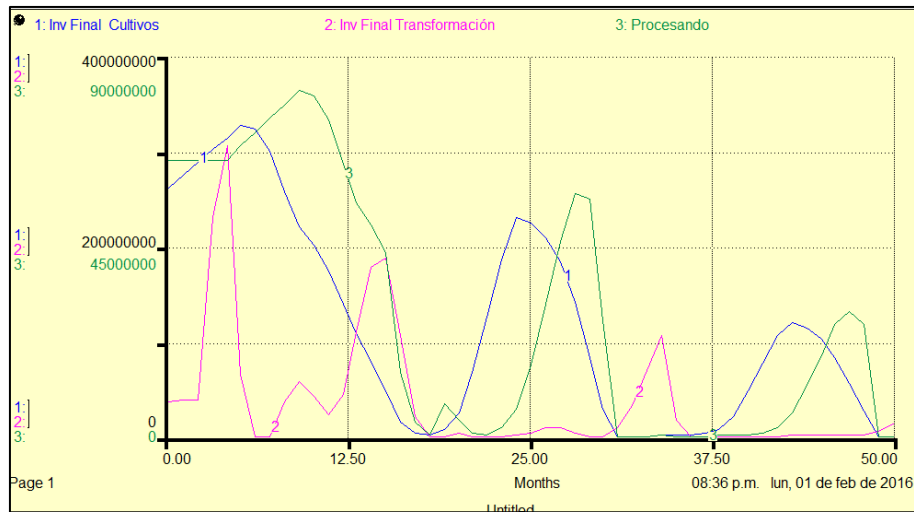
**Figura 13: Modelo principal cadena de suministro del Mango en Lazo Cerrado**



### 3.3 RESULTADOS

Para analizar los diferentes productos y comprobar su viabilidad para el productor se hicieron 3 diferentes escenarios variando el T6.

**Figura 14: Gráfica de Resultados Escenario 1**



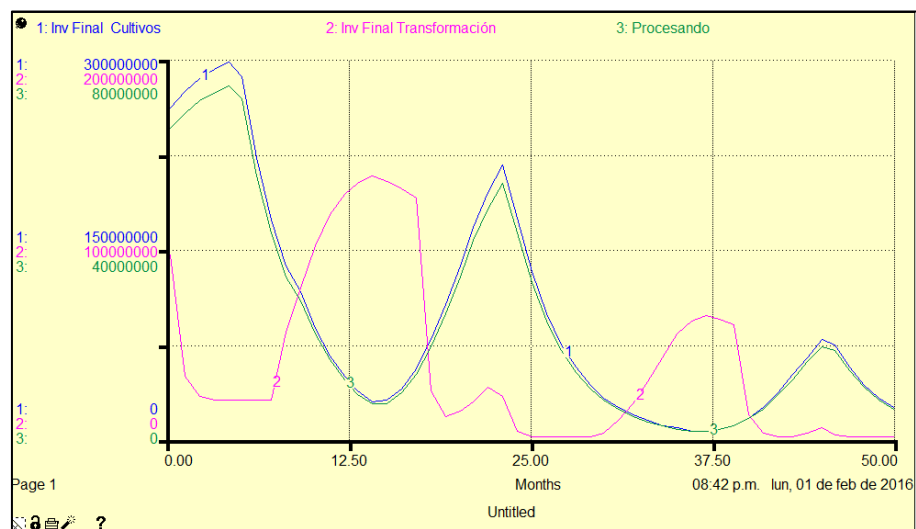
Para el escenario 1 encontrado en la Figura 14 se tomó para T6 el valor de 1 mes, donde se analiza el comportamiento del producto Biocombustible o Biodiesel (Combustible generado a partir de residuos orgánicos), este sin importar las cantidades que se vayan a producir demora el mismo tiempo por lo que se recomienda producir altas cantidades, en cuanto a los usos el aceite Biodiesel es una fuente alternativa de energía que para el productor y puede ser usado es sus tractores o como lubricante en las máquinas de procesamiento de frutas. Finalmente en América Latina se encontró que se han desarrollado avances importantes en la generación de Biodiesel, donde es una actividad que aunque es reconocida por los agricultores no se tienen cifras exactas de cuantas hectáreas están cultivadas actualmente de palma aceitera y por ende se desconoce su producción esperada. Sin embargo, Ecuador presenta un impacto negativo con la producción del Biocombustible al aumentar la tala de árboles o palmas poniendo en riesgo el ecosistema y no teniendo en muchos de sus casos una restauración de las palmas aceiteras taladas. (Barriga, 2007)

Colombia tiene una clara ventaja si usa los residuos del mango para producir el Biocombustible, ya que, no está talando los arboles sino está aprovechando un recurso que ya se creía sin uso, además por los tiempos reducidos de transformación que no superan 1 mes el productor es capaz de reintegrar rápidamente el combustible en su proceso productivo disminuyendo el costo de combustibles fósiles en tractores y otros medios de transporte o herramientas de cultivo que necesiten energía y en el eslabón del fabricante podrían llegar a usar como fuente de energía alternativa o lubricante que permita un funcionamiento correcto de los equipos.

Finalmente en la gráfica se observa como cuando el inventario de cultivos desciende el inventario de transformación crece, esto se debe a que los cultivos como tal presentan un comportamiento de producción donde tiene temporadas altas y bajas, otro punto a tener en cuenta son los cambios climáticos los cuales afectan la producción del cultivo y hacen que

tenga un porcentaje mayor de pérdida de fruto que se encuentre en mal estado para ser consumida. El periodo de tiempo evaluado en la simulación fueron 50 Meses.

**Figura 15: Gráfica de Resultados Escenario 2**

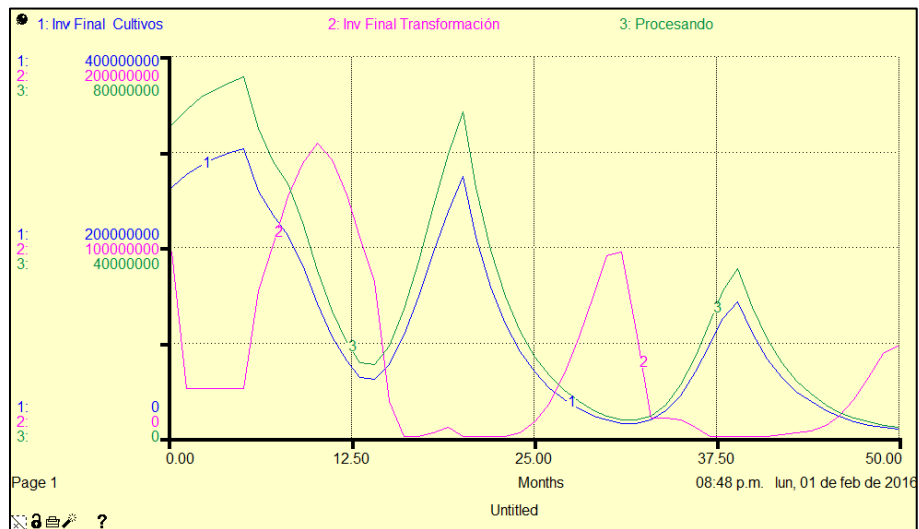


Para el escenario 2 encontrado en la Figura 15 se tomó T6 con un valor de 6 meses, en este caso se analiza que ocurre si se realiza el proceso de compostaje. Si bien sabemos este proceso es una degradación controlada de los residuos con el fin de producir materia orgánica que actúa como el abono y potencia el crecimiento de las plantas, para realizarlo se necesita disponer de un lugar donde no este expuesto a vientos o lluvia y pueda durar entre 3 a 6 meses dependiendo las cantidades a compostar. Vemos igual que en la gráfica anterior que si el inventario de cultivo es bajo el inventario de transformación aumenta y viceversa, aunque en este caso las gráficas se intentan normalizar y los picos no son tan atenuados.

Pero la composta tiene un efecto negativo en los cultivos de Mango porque aumenta la frondosidad en los arboles lo cual impide que florezca y se reduce el nivel de producción, en cuanto al mantenimiento a pesar de que sean podados se vuelven frondosos en menores tiempos a comparación de un árbol sin composta, por lo que este producto no es recomendable para este tipo de fruto.



**Figura 16: Gráfica de Resultados Escenario 3**



Finalmente en el escenario 3 graficado en la Figura 16 se toma T6 como 4 meses, analizando el comportamiento de la producción de artesanías a partir de los residuos. Como tal una artesanía es un objeto que refleja una identidad cultural y es elaborado con herramientas rudimentarias y otras actividades que facilitan el desarrollo del producto a diferencia de una manualidad que resulta del proceso de transformación y actividades semiindustrializadas debido a que la materia prima es procesada o prefabricada. (FONART, 2009) En la gráfica se observa que existe una relación directa entre el inventario de transformación y el inventario de cultivos como se ha dicho pero en este punto no son tan proporcionales como en el caso de la composta. Finalmente podemos decir que para los productores el hecho de considerar desarrollar artesanías a partir de los residuos traería beneficios en el ámbito social de generación de empleo donde se buscaría principalmente para mujeres amas de casa y madres solteras, lo que implicaría una fuente de ingreso única o adicional según sea el caso y finalmente una mejora en la calidad de vida, en el ámbito cultural en los municipios que tienen mayor producción de mango puede volverse un factor diferenciador entre otros municipios que potencie el turismo como un valor de ir a buscar las artesanías del lugar. Finalmente los productores pueden recibir un ingreso adicional tras la venta de estas artesanías.

### 3.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de la investigación se encontró que las prácticas modernas de agricultura contribuyeron al deterioro del ecosistema al usar componentes químicos para potenciar el crecimiento y nivel productivo de las plantas dejando de lado la materia orgánica, aun así

volver a las antiguas prácticas de la agricultura da una oportunidad a los cultivos de recuperar propiedades perdidas y mejorar sus interacciones con el medio ambiente. Por esto el uso de residuos que puedan ser reintegrados en la cadena muestra una evolución de estas prácticas dejando la composta o producción de abono a un lado y explorando nuevas alternativas de productos sostenibles capaces de generar un impacto positivo en el ámbito económico, cultural y social.

El 60% del fruto se usa para realizar jugos y mermeladas e incluso es el porcentaje consumido por los consumidores o clientes en forma de fruta fresca lo que nos deja un 40% de oportunidad de agro negocio y que este porcentaje puede aumentar según el porcentaje de producto perdido en los procesos de transporte y transformación por eslabón que varían generalmente de 2 a 5%.

El diseño de productos no solo cobija a los inventos únicos en el mundo sino a cualquier producto que no se encuentra en una comunidad, ciudad o sociedad, para este caso el valor que tiene la producción de productos sostenibles amigables con el medio ambiente es que son acogidos directamente por el consumidor al sentir que al ser consumidos está contribuyendo al cuidado y preservación del medio ambiente y a la vez tiene un producto practico y útil, este punto se determina a partir de la psicología del consumidor donde se clasificaría como una necesidad de status o lujo en relaciones interpersonales, para el productor el análisis que muestra es ser un producto que ampliara sus ganancias, reducirá el impacto ambiental de la actividad económica lo que hará que pueda estar tranquilo en cuanto a las leyes y normativas ambientales y finalmente para el caso de las artesanías atacara un factor cultural y emocional al tener un producto que pueda vincular con emociones y sentimientos que más que ser un producto será un experiencia y marcara el pensamiento del consumidor.

Para las alternativas de productos sostenibles se encontró que la transformación con mayor demora es la de la composta, la cual a pesar de mejorar el comportamiento según la gráfica mostrando picos y valles más curvas y precisas, los cultivos se ven afectados por el efecto de frondosidad que genera en los arboles impidiendo florecer y producir la misma cantidad de frutos.

Se propone a los productores de mango considerar la producción del aceite Biodiesel por sus tiempos reducidos pero es necesaria una inversión en productos adicionales como alcohol y otros químicos que permitan transformar y procesar los residuos, capacitación del personal en normas de seguridad, higiene y adaptación de espacio para ser producido y almacenado antes de empezar el proceso de transformación esta inversión tendría gastos únicos y gastos mensuales o semestrales dependiendo del tiempo de planeación para realizar la transformación dentro de los gastos únicos o de una sola vez tenemos la capacitación y adaptación del espacio mientras que los repetitivos serian la compra de los

materiales para la transformación, otro escenario que puede darse es venderlo a una empresa transformadora de residuos pero en este punto podría reducirse la utilidad y beneficio que tiene el reintegro pues reemplaza la compra de combustibles fósiles por combustibles alternativos. En el caso de las artesanías la inversión inicial es de capacitación y productos más económicos que los necesarios para el Biocombustible como lo es la resina para conservar el producto por más tiempo, sin embargo, los efectos positivos que trae son mayores, es posible generar empleos en especial a mujeres madres cabeza de familia con el fin de aumentar sus ingresos y mejorar su calidad de vida, además en el factor cultural los municipios lo pueden ver como un factor diferenciador y valor agregado que potencia el turismo.

Finalmente los productores colombianos son personas y familias dedicadas que tienen conocimientos empíricos y experienciales pero que en los últimos años han buscado capacitarse en nuevas prácticas y formas para estructurar planes de negocio eficientes y llegar a nuevos mercados como el institucional, por lo que para futuros trabajos se espera desarrollar estrategias de uso de residuos en otras frutas como la mora, piña y el lulo con el fin de potenciar los planes de negocio del productor colombiano e incentivarlo a crear un valor agregado no solo por la certificación de ser productos orgánicos sin químicos o conservantes, saludables sino que tengan la oportunidad de expandir su idea y mejorar progresivamente su calidad de vida, esto es posible ya que la estructura principal permite que el modelo pueda ser adaptado a otro tipo de frutas además el modelo puede ampliarse agregando otros eslabones, cadenas y sectores que interactúen en el sistema aumentando su complejidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acodal. (02 de 2013). Manual de Compostaje. *Manual de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a través de Sistemas de Compostaje y Lombricultura en el Valle de Aburrá*. Medellín, Colombia: Area Metropolitana Valle de Aburrá Pura Vida.
- Aracil, J., & Gordillo, F. (1997). *Dinámica de Sistemas*. Alianza Editorial.
- Asofrucol. (2012). *Situación actual y perspectivas de la cadena Productiva del Mango en Colombia*. Colombia: Cadena Nacional del Mango.
- Asohofrucol; Programa de Transformación Productiva; Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola. (2013). *Plan de Negocios de Mango, Programa de Transformación Productiva*. Colombia.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: administración de la cadena de suministro*. México: Prentice Hall.
- Barriga, A. (11 de 2007). Producción y Uso de aceites vegetales y Biodiesel en Ecuador. *Producción y Uso de aceites vegetales y Biodiesel en Ecuador*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Bassat, L. (1999). *El libro rojo de las marcas*. España: Espasa Calpe, S.A.
- Bisilkas, M., Ivan, B. T., & Aurora, G.-G. (2012). A Model of the Sustainability Requirements Dynamics for New Product Development . *International Conference of the System Dynamics* (pág. 27). St. Gallen: System Dynamics Society.
- BVSDE: Colombia. (s.f.). *Sistemas: concepto y características*. Recuperado el 27 de 01 de 2016, de BVSDE: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/eco/020425/020425-04.pdf>
- Chambouleyron, M., Arena, A., & Pattini, A. (2000). Diseño de productos y desarrollo sustentable estrategias de revalorización de productos manufacturados para su introducción en un nuevo ciclo de vida. *Diseño de productos y desarrollo sustentable estrategias de revalorización de productos manufacturados para su introducción en un nuevo ciclo de vida*. México: UNAM.
- Chaves, G. (1980). La antracnosis. *Centro Internacional de Agricultura Tropical*.
- Corantioquia. (2008). *Corantioquia*. Recuperado el 2016 de 1 de 29, de <http://www.corantioquia.gov.co/sitios/extranetcorantioquia/SitePages/ContenidoMenuSuperior.aspx?IdItem=17>

- Cruz, M. (2007). Evaluando la dinámica de sistemas como una herramienta para enseñar Historia . *Revista de Dinámica de Sistemas*, Vol. 3, Num. 2.
- Cuervo, R., Diaz, F., Namen, I., Palacio, C., & Sierra, C. (2010). Humanitarian crisis: when supply chains. *Humanitarian crisis: when supply chains*. Seoul, Korea.
- DANE. (2015). *El cultivo del mango, Mangifera indica, y su comportamiento frente a las condiciones ambientales y de manejo*. Colombia: Boletín Mensual: Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria.
- Departamento de Desarrollo Sostenible. (2005). *Capítulo 1. Conceptos y temas generales de la agricultura orgánica*. FAO.
- Departamento Económico y Social. (2004). *FAO*. Recuperado el 30 de Julio de 2015, de Documentos de la FAO sobre productos básicos y de comercio: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5143s/y5143s00.pdf>
- Española, R. A. (s.f.). *Real Academia Española*. Recuperado el 6 de 1 de 2016, de Diccionario de la Lengua Española: <http://lema.rae.es/drae/srv/search?key=dise%C3%B1o>
- FONART. (07 de 2009). Manual de diferenciación entre artesanía y manualidad. *Manual de diferenciación entre artesanía y manualidad*. México: FONART.
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial Dynamics*.
- González S., R. F., Silva E., R., Ruelas V., E. O., & Sigler C., Y. Y. (2005). Caracterización de la cadena del sistema producto mango (mangifera indica) en Colima. *Colima, Col.*
- Greenpeace Argentina . (06 de 2005). Basura Cero Greenpeace. *Recomendaciones para un tratamiento ambientalmente saludable de los residuos orgánicos*. Argentina: Greenpeace Argentina.
- H. González Hernández, A. M. (1999). Selección de trampas de color y fluctuación poblacional de trips del Aguacate en Michoacán, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura* .
- Hamarat, E. P. (2011). Energy Transitions towards Sustainability I: A Staged. *Energy Transitions towards Sustainability I: A Staged*. Seoul, Korea.
- Handel, O. (2014). Demand Endogenization of Intermediate Products in Supply Chains through a System-Dynamics-based Modularization Concept. *Demand Endogenization of Intermediate Products in Supply Chains through a System-Dynamics-based Modularization Concept*.
- Hidalgo, M. (2012). *Plan rector del sistema producto mango*. Colima: Conaspromango.

- Iniestra, J. G. (2012). Logística Inversa, una segunda oportunidad de negocio. *Logística Inversa, una segunda oportunidad de negocio*. Monterrey: Logistic Summit&Expo.
- Instituto Ibero-Americano. (13 de 1 de 2010). *Justus LIEBIG*. Recuperado el 2016 de 1 de 28, de [http://portal.iai.spk-berlin.de/fileadmin/mira\\_docs/pdf/liebig/cv\\_liebig\\_es.pdf](http://portal.iai.spk-berlin.de/fileadmin/mira_docs/pdf/liebig/cv_liebig_es.pdf)
- Interempresas Media, S.L. (2015). *Frutas & Hortalizas* . Recuperado el 4 de 8 de 2015, de <http://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Tipos-variedades-Mango.html>
- Jaramillo H., G., & Zapata M., L. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Antioquia: Universidad de Antioquia.
- Jiménez S., J. E., & Hernández García, S. (2002). Marco conceptual de la cadena de suministro: un nuevo enfoque logístico. *Marco conceptual de la cadena de suministro: un nuevo enfoque logístico*. México: Sanfandila.
- Luffiego G., M., & Rabadán V., J. M. (2000). La evolución del concepto de sostenibilidad y su introducción en la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*.
- Martin Kunc, L. A. (2010). Fishing Industry Dynamics: Is fish farming sustainable? An Exploratory Study of the Chilean Salmon Industry. *Fishing Industry Dynamics: Is fish farming sustainable? An Exploratory Study of the Chilean Salmon Industry*. Seoul.
- Mazur, C. w. (2014). Combining the Strengths of System Dynamics and the Multi-Level Perspective to Explore Policies for Sustainable Transitions. *Combining the Strengths of System Dynamics and the Multi-Level Perspective to Explore Policies for Sustainable Transitions*. Delft.
- Mendiburu D., H. A. (5 de 2003). Automatización Medioambiental. *Aplicación de la automatización industrial y el control de procesos en la protección y conservación del Medio Ambiente*. Lima, Perú: Indecopi-Perú.
- Mollona, E. w. (2014). A Simulation Model For Corporate Sustainability Performances. Motivated Search, Survival Ability And Learning Feedback. *A Simulation Model For Corporate Sustainability Performances. Motivated Search, Survival Ability And Learning Feedback*. Cambridge, Massachusetts.
- Monreal, C. M. (8 de 2008). Agrícolas y Otros Desechos Para la Producción de Bioenergía, Biocombustibles y Bioproductos . *La Utilización de los Residuos Agrícolas y Otros Desechos Para la Producción de Bioenergía, Biocombustibles y Bioproductos* . Canada.
- Navarro, P., Moral, H., Gómez, L., & Mataix, B. (1995). *Residuos organicos y Agricultura*. España: Espagrafic.
- Peréz, J. (2010). Gestión de Residuos Industriales. *Informa Ambiental*.

- Pruyt, I. M. (2012). Modelo para comprender por qué hay tanta inercia en el proceso de transición de normas y herramientas gubernamentales. *Modelo para comprender por qué hay tanta inercia en el proceso de transición de normas y herramientas gubernamentales*. Switzerland.
- Rocadenbosch, F. (2010). *Diseño de Producto*. Recuperado el 28 de 1 de 2016, de 4\_5\_pfc1\_fr\_diseno\_producto\_y\_va\_v3-2805.pdf
- Rodrigues, L., Golrooy, F., Ramesh, D., & Kamath, V. (2012). System Dynamics Model for Remanufacturing in Closed-Loop Supply Chains. *System Dynamics Model for Remanufacturing in Closed-Loop Supply Chains*. Suiza: Systems Dynamics Conference.
- Rodríguez, T. (2003). Técnicas de manejo para la producción de Humus. *Biología de las lombrices de Tierra*. España.
- Santa Catalina, I. (09 de 2010). Modelo de Dinámica de Sistemas para la implantación de Tecnologías de la Información en la Gestión Estratégica Universitaria . *Modelo de Dinámica de Sistemas para la implantación de Tecnologías de la Información en la Gestión Estratégica Universitaria* . Leioa, Bizkaia, España: Universidad del País Vasco.
- Saúco, V. G. (2009). *El cultivo del Mango*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Skaza, H., Kent, C., & Kristoffer, C. (2012). Exploring Barriers to Implementing System Dynamics Tools for K-12 Sustainability Education. *International Conference of the System Dynamics* (pág. 27). St. Gallen: System Dynamics Society.
- Stanton, W., & Etzel, M. y. (2004). *Fundamentos del Marketing*. Mc Graw Hill.
- Stanton, W., Etzel, M., & Walker, B. (2004). *Fundamentos de Marketing*. México: McGraw Hill.
- Sterman, J. (2012). Web-based Simulations for Strategy and Sustainability: The MIT Sloan LearningEdge Management Flight Simulators. *International Conference of the System Dynamics* (pág. 23). St. Gallen: System Dynamics Society.
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems thinking and Modeling for a Complex World*. Boston: Irving McGraw - Hill.
- Sverdrup, H., Deniz, K., & Christer, G. (2012). Modelling the gold market, explaining the past and assessing the physical and economical sustainability of future scenarios . *International Conference of the System Dynamics* (pág. 23). St. Gallen: System Dynamics Society.
- Weijia Ran, H. J.-R. (2013). Supply-Chain Transparency and Governance Systems: Market Penetration of the I-Choose System. *Supply-Chain Transparency and Governance Systems: Market Penetration of the I-Choose System*. Cambridge, Massachusetts.

Young, R., & Esqueda, P. (2005). Vulnerabilidades de la cadena de suministros: consideraciones para el caso de América Latina. *Revista Latinoamericana de Administración*.



## ANEXOS

# XII Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas



La Facultad de Ingeniería y el Programa de Ingeniería Industrial  
de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano y la Comunidad  
Colombiana de Dinámica de Sistemas reconocen a:

**Martínez Vargas María Alejandra**

por su trabajo presentado en la modalidad:

**Ponencia**

en el XII Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas los  
días 27, 28 y 29 de Agosto de 2014 en la ciudad de Bogotá D.C.

Issac Dyner Rezonzew  
Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano  
Decano Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería

Jorge Andrick Parra Valencia  
Universidad Autónoma de Bucaramanga  
Presidente 2013-2014  
Comunidad Colombiana de Dinámica de Sistemas



otorgan el presente certificado  
a

*Alejandra Martínez*

por cuanto ha participado como ponente en la

## **XII Conferencia Latinoamericana de Dinámica de Sistemas**

impartido en las instalaciones de INCAE en la ciudad de Alajuela, Costa Rica.  
Del 09 al 11 de diciembre de 2014





**Universidad  
Piloto de Colombia**

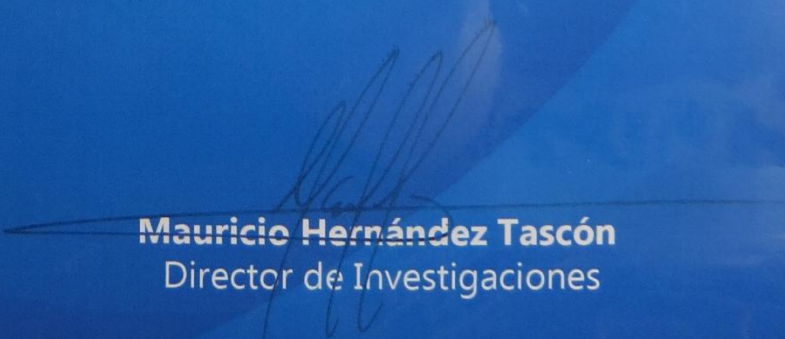


**Certifica que:**

**MARÍA ALEJANDRA MARTÍNEZ V.**

**Participó en calidad de EXPOSITOR**

**EN LA II FERIA DE SEMILLEROS  
INTER-UNIVERSITARIA  
"HERRAMIENTAS PARA LA  
INVESTIGACIÓN COMO PILAR  
DE FORMACIÓN".**

  
**Mauricio Hernández Tascón**  
Director de Investigaciones

17 de septiembre de 2015



# EL CAPÍTULO LATINOAMERICANO Y LA COMUNIDAD COLOMBIANA DE DINÁMICA DE SISTEMAS

Certifican que

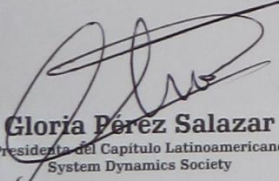
**MARÍA ALEJANDRA  
MARTÍNEZ**

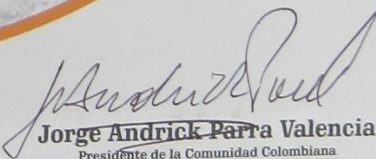
participó en el

**XIII Congreso Latinoamericano y Encuentro  
Colombiano de Dinámica de Sistemas**

en calidad de

**PONENTE**

  
**Gloria Pérez Salazar**  
Presidente del Capítulo Latinoamericano  
System Dynamics Society

  
**Jorge Andrick Parra Valencia**  
Presidente de la Comunidad Colombiana  
de Dinámica de Sistemas



**Universidad  
de Cartagena**  
Fundada en 1827

Universidad de Cartagena - Universidad Jorge Tadeo Lozano  
Cartagena de Indias - Colombia  
Octubre 21, 22 y 23 de 2015

